

短 報

立山における酸性雨観測結果 (2009)*

朴木 英治¹⁾、渡辺 幸一²⁾

¹⁾富山市科学博物館, ²⁾富山県立大学工学部環境工学科

Acid rain observation report at difference altitudes on the Mt. Tateyama (2009)

Hideharu Honoki¹⁾ and Koichi Watanabe²⁾

¹⁾Toyama Science Museum

1-8-31, Nishinakano-machi, Toyama, 939-8084, Japan

²⁾Toyama Prefectural University

5180 Kurokawa, Imizu-shi, Toyama, 939-0398, Japan

1. はじめに

2003年から開始した立山における標高別酸性雨観測は2009年で7年目となる。当初は、美女平、弥陀ヶ原、室堂平の3カ所での観測であったが(朴木・渡辺 2004、朴木・渡辺 2006)、2005年からは観測点を増やして7カ所での観測を行い(朴木・渡辺 2007)、さらに、富山市市街地の科学博物館屋上での観測と観測期間をあわせている(朴木・渡辺 2008、朴木・渡辺・米谷 2009、朴木・渡辺 2010)。

今年は、観測点をさらに2カ所追加して9カ所での同時観測を行い、科学博物館屋上での観測と観測期間をあわせた。ここでは、2009年の観測結果について報告する。

2. 調査地点

観測地点の概要は表1のとおりである。観測地点名の変更として、2008年まで美松坂としていた天狗鼻第二駐車場観測点(標高2110m)は、2009年から美松坂駐車場(標高2060m)にも観測器を設置した関係上、天狗鼻とし、新設した美松坂駐車場観測点を美松坂駐車場とした。もう一カ所追加した観測点は天狗平で、標高は2305mである。これ以外の観測点については、観測を終了した大観峰観測点を除いて、朴木・渡辺 2007と変更はない。

3. 観測方法および分析方法

科学博物館屋上から立山室堂平までの全地点による

表1 立山における観測点と標高

地点	位置(上:緯度 下:経度)	標高(m)
室堂平	36 34 24.8	2450
	137 36 11.2	
天狗平	36 34 50.5	2305
	137 34 46.3	
天狗鼻	36 34 51.2	2110
(旧名称 美松坂)	137 34 03.4	
美松坂駐車場	36 34 37.6	2060
	137 33 52.2	
弥陀ヶ原	36 33 57.7	1930
	137 33 40.4	
弘法平	36 33 59.1	1630
	137 31 38.4	
上の小平	36 33 59.1	1430
	137 30 37.9	
美女平	36 34 55.4	970
	137 27 43.9	
桂台	36 35 08.5	650
	137 29 05.8	
科学博物館	36 40 38.3	13
	137 12 57.0	

一斉観測は、2009年8月28日から10月10日まで行い、その後、11月6日まで科学博物館、桂台、美女平の3カ所で観測を行った。

サンプリングは1週間から2週間に一回行い、全ての観測点の試料を同一日のうちに回収した。サンプリングに際して、保存タンクに収容された試料の重量を測定後、分析用試料を500ml ポリ瓶に分取し、降水を受けるローと貯蔵タンクをイオン交換水で洗浄した。

実験室に持ち帰った試料は、分析時まで冷蔵庫に保管した(1週間以内)。試料の pH を pH メーター(堀場 D-14)、電気伝導度を導電率計(堀場 E-14)で測定し、陽イオン、陰イオン成分はイオンクロマトグラフ(島津社製、ノンサプレッサーカラムタイプ)で分析した。使用したカラムは、陽イオンが島津 Shim-pack IC-C3、陰イオンが島津 Shim-pack IC-A3で、移動相組成、流量、カラムオープン温度はカラムの標準使用条件に設定した。

なお、以下の結果の解析グラフは、9月分については、8月28日から10月1日までの平均値(降水量で重みつけた加重平均)、10月分については科学博物館、

*富山市科学博物館研究業績第417号

桂台、美女平分だけであるが、10月1日から29日までの平均値（降水量で重みつけた加重平均）を利用して作成した。

4. 結果

4.1 標高による降水量の変化

図1は各観測点の標高に対する降水量の変化を示したものである。9月は、富山市市街地と比べて桂台の降水量がやや低下し、桂台から弥陀ヶ原の間では、観測点標高が高くなるにつれて、降水量が多くなったが、弥陀ヶ原の降水量は富山市市街地と比べて若干少なかった。また、美松坂駐車場の降水量は弥陀ヶ原と比べて不連続的に多くなり、室堂平では天狗平と比べてさらに降水量が多くなった。

弥陀ヶ原と美松坂駐車場間における降水量の増加、天狗平と室堂間における降水量の増加は地形の影響による雨雲の発達の違いと考えられた。

これに対して、10月は富山市市街地と比べ、桂台や美女平の降水量が大きく増加した。

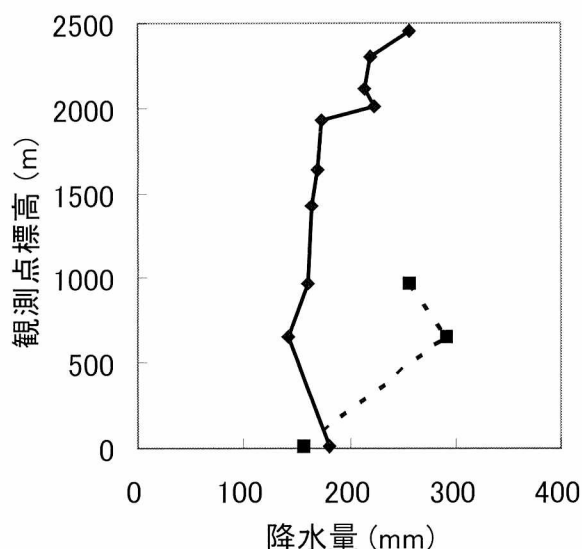


図1 観測点標高に対する降水量

4.2 観測点標高に対する硝酸イオン濃度の変化

図2は各観測点標高に対する降水中の硝酸イオン濃度を示したものである。9月、10月とも、観測点標高が高くなるにつれて硝酸イオン濃度が低下し、9月の場合、室堂平での濃度は富山市市街地での濃度の34%の濃度であった。これまでの観測でも、硝酸イオン濃度は観測点標高の増加と共に濃度が減少する状況が見られた。図2から考えて、硝酸イオンの起源となりうる硝酸塩エアロゾル、ガス状の硝酸、さらに、窒素酸化物の大気中の存在量は、主な発生源と考えられる平

野直上で多く、標高が増加するにつれて減少するものと考えられる。このため、これらのレインアウトやウォッシュアウトの結果として形成される硝酸イオン濃度が、観測点標高の低下に伴って増加するものと考えられた。

10月の科学博物館、桂台、美女平での降水中の硝酸イオン濃度は、9月の同一観測点での濃度と比べて、それぞれ、54%、29%、34%と低くなった。

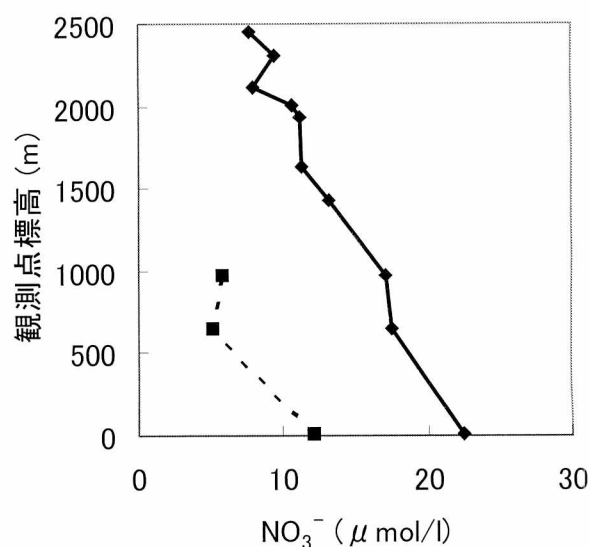


図2 観測点標高に対する降水中の硝酸イオン濃度

4.3 観測点標高に対する非海塩性硫酸イオン濃度

図3は各観測点標高に対する降水中の非海塩性硫酸イオン濃度を示したものである。9月の観測点標高に対する降水中の非海塩性硫酸イオン濃度の変化の特徴は、硝酸イオンの場合と異なり、標高が高くなっても濃度の低下が少なく、図3の9月分のグラフでは、ある

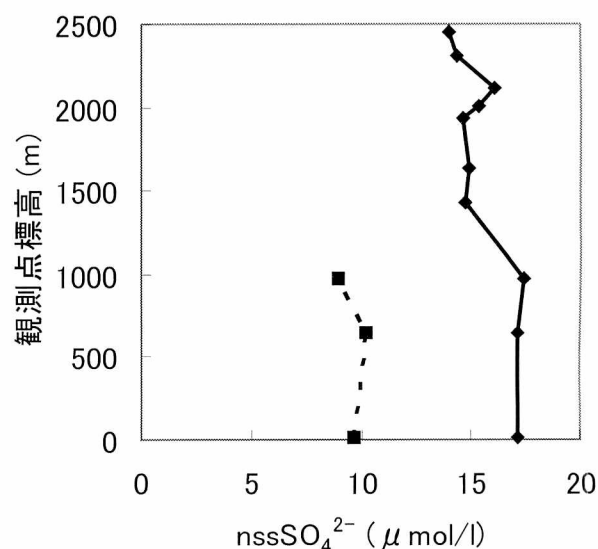


図3 観測点標高に対する降水中の非海塩性硫酸イオン濃度

区間毎にほぼ一定濃度となっている。また、美松坂駐車場から天狗鼻(旧美松坂)にかけて、濃度が上昇している点も特徴であった。さらに、室堂平での濃度は富山市市街地での濃度の82%もあり、降水中の非海塩性硫酸イオンの多くは上空で供給されていると考えることもできる。

これに対して、10月では、富山市市街地と比べて、桂台では若干の濃度上昇、美女平では濃度低下となった。これらの地点の降水量は、桂台が富山市市街地の185%、美女平が163%と多かったのに対し、硝酸イオン濃度がそれほど低下しない点、さらに、桂台の降水量が美女平の降水量よりも多かったにもかかわらず、硝酸イオン濃度が高かった理由は不明である。

4.4 硝酸寄与比

本報告では、各イオン成分濃度を mol 濃度で表示しているため、硝酸寄与比の計算(Honoki, et al. 2000)は以下の(1)式で行った。

$$Rc = \frac{NO_3^- \times V_1}{(NO_3^- \times V_1 + nssSO_4^{2-} \times V_2)} \quad (1)$$

ここで、Rc：硝酸寄与比、 NO_3^{2-} 、 $nssSO_4^{2-}$ ：硝酸イオン、非海塩性硫酸イオンの濃度(mol/l)、 V_1 ：硝酸イオンの価数(1価)、 V_2 ：非海塩性硫酸イオンの価数(2価)である。

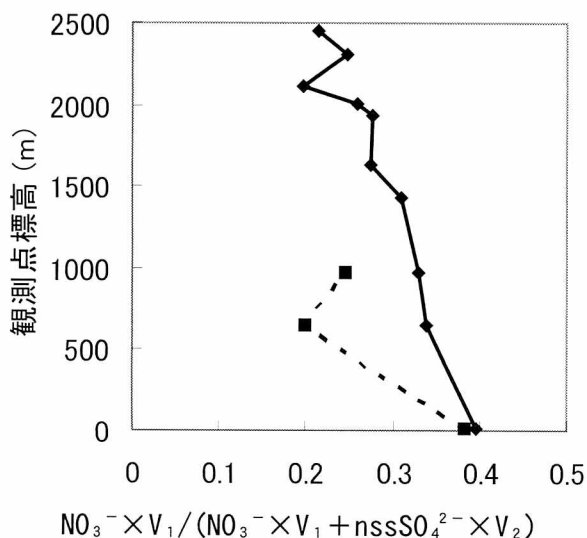


図4 観測点標高に対する降水の硝酸寄与比

図4は観測点標高に対する降水の硝酸寄与比の値をプロットしたもので、非海塩性硫酸イオン濃度は標高が高くなってもそれほど低下せず(図3)、硝酸イオン濃度は標高が高くなるにつれて濃度が低下する(図2)ことから、硝酸寄与比の値は標高が高くなるにつれて低下した。これも従来の結果と同様であった。

4.4 観測点標高に対する降水中のアンモニウムイオン濃度

図5は観測点標高に対する降水中のアンモニウムイオン濃度をプロットしたものである。

降水中のアンモニウムイオン濃度は、観測点標高が高くなるにつれて低下した。グラフの変化パターンは硝酸イオン濃度の変化パターン(図2)に近かった。9月の室堂平でのアンモニウムイオン濃度は平野での濃度の28%で、硝酸イオン濃度の場合の34%に比較的近い

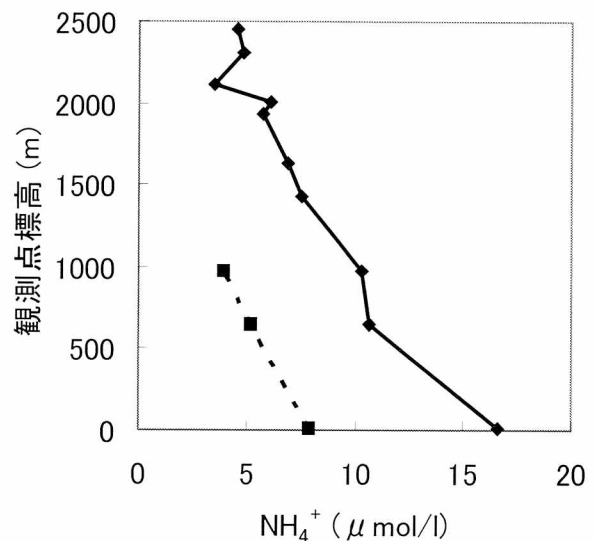


図5 観測点標高に対する降水中のアンモニウムイオン濃度

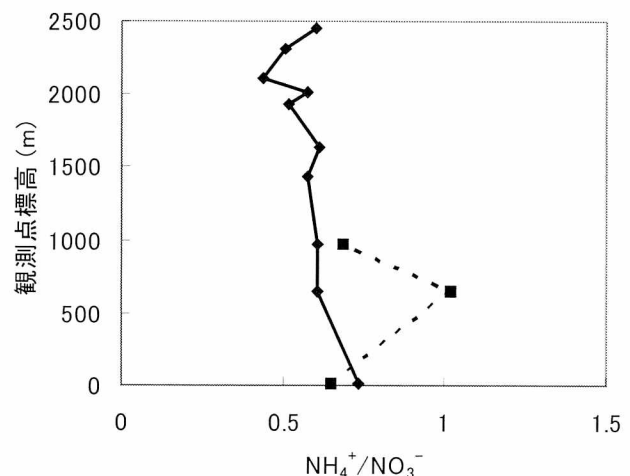


図6 硝酸イオンに対するアンモニウムイオン濃度

値であった。

図6は観測点標高に対する $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 比を示したもので、10月の桂台の1.02を除いて、0.44~0.73程度であった。

4.5 非海塩性カルシウムイオン

図7は観測点標高に対する降水中の非海塩性カルシウムイオン濃度をプロットしたものである。9月のプロットでは標高1600mの弘法平と標高2110mの天狗鼻で濃度が高まった。また、10月では美女平の濃度も高まった。これらの現象はこの標高帯を通過した黄砂によるものと考えられた。

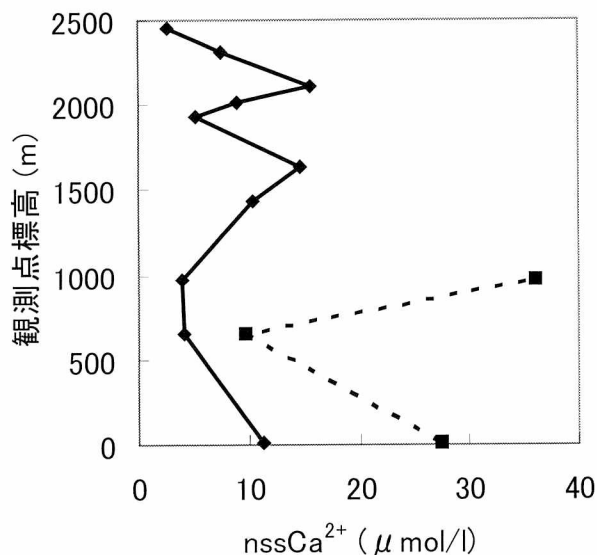


図7 観測点標高に対する降水中の非海塩性カルシウムイオン濃度

謝辞

この研究は日本科学協会の笹川科学研究助成金(21-811G)を使用して行った。また、観測に際し、

環境省立山自然保護官事務所、富山森林管理署、富山県(自然保護課、立山土木事務所)、富山県道路公社立山有料道路管理事務所、立山黒部貫光㈱、富山警察署の協力を得ました。さらに、試料の回収の際に、富山県立山センター・富山県自然保護センター、立山有料道路桂台料金所、美女平駅およびバス整備工場、弥陀ヶ原ホテルの皆様の協力を得ました。ここに厚くお礼申し上げます。

参考文献

- Honoki, H., Tsushima, K. and Hayakawa, K.; Inorganic constituents in snow accompanied by winter wind and their origin in the Hokuriku districts, *J. Heal. Sci.*, 47, (6), 559-564, 2001
- 朴木英治・渡辺幸一; 立山における酸性雨観測および降水と雲粒との化学成分濃度の違いに関する調査, 富山市科学文化センター研究報告, 27, 81-85, 2004
- 朴木英治・渡辺幸一; 立山における標高別の酸性雨と霧水の違いに関する調査結果2004, 富山市科学文化センター研究報告, 29, 123-131, 2006
- 朴木英治・渡辺幸一; 立山における標高別の酸性雨観測結果2005, 富山市科学文化センター研究報告, 30, 89-97, 2007
- 朴木英治・渡辺幸一; 立山における酸性雨観測結果2006, 富山市科学博物館研究報告, 31, 105-112, 2008
- 朴木英治・渡辺幸一・米谷正広, 立山における標高別の酸性雨観測結果2007, 富山市科学博物館研究報告, 32, 125-131, 2009
- 朴木英治・渡辺幸一, 立山における酸性雨観測結果(2008), 富山市科学博物館研究報告, 33, 113-120, 2010

表 1 立山における標高別酸性雨観測結果

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na^+ (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	F^- (mg/l)	Cl^- (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	Br^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	nssCa^{2+} (mg/l)	nssSO_4^{2-} (mg/l)
科博	09/08/28-09/04	13	1884	83.0	21.5	4.49	0.76	0.33	0.21	0.07	0.14	0.000	1.25	0.00	0.00	1.30	2.51	0.11	2.32
桂台	09/08/28-09/04	650	920	41.5	14.6	4.67	0.21	0.25	0.13	0.00	0.09	0.000	0.34	0.00	0.00	0.98	1.67	0.08	1.62
美女平	09/08/28-09/04	970	1146	51.7	14.2	4.64	0.19	0.20	0.06	0.02	0.08	0.000	0.31	0.00	0.00	0.92	1.65	0.07	1.61
上ノ小平	09/08/28-09/04	1430	1104	49.8	10.2	4.90	0.11	0.13	0.06	0.00	0.20	0.000	0.23	0.00	0.00	0.75	1.34	0.19	1.32
弘法平	09/08/28-09/04	1630	1032	46.6	11.1	4.80	0.25	0.15	0.16	0.43	0.61	0.000	0.37	0.00	0.00	0.61	1.48	0.60	1.41
弥陀ヶ原	09/08/28-09/04	1930	834	37.6	11.0	4.72	0.06	0.13	0.05	0.00	0.08	0.000	0.11	0.00	0.00	0.72	1.44	0.08	1.42
美松坂駐車場	09/08/28-09/04	2060	972	43.9	9.0	5.06	0.08	0.13	0.49	0.03	0.25	0.000	0.31	0.00	0.00	0.64	1.49	0.24	1.47
天狗鼻	09/08/28-09/04	2110	1034	46.7	13.6	5.50	0.14	0.04	1.30	0.26	1.06	0.000	0.35	0.00	0.00	0.00	1.75	1.06	1.72
天狗平	09/08/28-09/04	2305	906	40.9	10.3	4.78	0.14	0.15	0.10	0.00	0.25	0.000	0.18	0.00	0.00	0.64	1.56	0.24	1.52
室堂平	09/08/28-09/04	2450	1182	53.3	13.3	4.63	0.15	0.11	0.08	0.00	0.17	0.000	0.27	0.00	0.00	0.56	1.67	0.16	1.63

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na^+ (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	F^- (mg/l)	Cl^- (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	Br^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	nssCa^{2+} (mg/l)	nssSO_4^{2-} (mg/l)
科博 局地雨	09/09/04-09/07	13	594	26.2	15.6	4.53	0.18	0.11	0.04	0.00	0.10	0.000	0.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.09	1.31
科博 試料無	09/09/07-09/10	13	0	0.0	—	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
桂台	09/09/04-09/10	650	106	4.8	—	3.90	0.85	0.72	0.38	0.08	0.54	0.054	1.28	0.00	0.00	4.13	4.61	0.51	4.40
美女平	09/09/04-09/10	970	206	9.3	—	3.90	0.83	0.78	0.30	0.11	0.35	0.000	1.04	0.00	0.00	3.88	5.41	0.32	5.20
上ノ小平	09/09/04-09/10	1430	176	7.9	—	4.70	0.42	0.42	0.23	0.04	0.95	0.000	0.56	0.00	0.00	1.83	3.18	0.94	3.07
弘法平	09/09/04-09/10	1630	180	8.1	—	4.30	0.23	0.28	0.11	0.00	0.24	0.000	0.33	0.00	0.00	1.24	2.62	0.23	2.57
弥陀ヶ原	09/09/04-09/10	1930	68	3.1	—	4.20	0.17	0.31	0.07	0.00	0.19	0.000	0.24	0.00	0.00	0.88	2.94	0.19	2.90
美松坂駐車場	09/09/04-09/10	2060	42	1.9	—	6.10	0.18	0.31	5.90	0.20	0.51	0.000	2.84	0.00	0.00	2.41	4.22	0.50	4.18
天狗鼻	09/09/04-09/10	2110	32	1.4	—	6.40	0.24	0.18	7.22	0.27	1.37	0.000	3.55	0.00	0.00	3.32	6.27	1.36	6.21
天狗平	09/09/04-09/10	2305	8	0.4	—	5.40	0.16	0.49	0.97	0.07	1.52	0.000	1.03	0.00	0.00	1.04	5.03	1.51	4.99
室堂平	09/09/04-09/10	2450	3.9	0.2	—	4.00	0.18	0.73	0.54	0.04	0.66	0.000	2.84	0.00	0.00	1.15	5.13	0.65	5.08

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	09/09/10-09/24	13	544	24.0	29.9	4.48	0.95	0.42	0.22	0.12	0.54	0.000	1.68	0.00	0.00	2.59	2.85		
桂台	09/09/10-09/24	650	968	43.7	20.5	4.50	0.34	0.21	0.06	0.04	0.15	0.000	0.62	0.00	0.00	1.37	2.04	0.14	1.95
美女平	09/09/10-09/24	970	950	42.9	20.0	4.51	0.44	0.20	0.17	0.05	0.16	0.000	0.72	0.00	0.00	1.25	1.98	0.15	1.87
上ノ小平	09/09/10-09/24	1430	1124	50.7	17.5	4.59	0.34	0.21	0.14	0.05	0.16	0.000	0.62	0.00	0.00	1.07	1.81	0.14	1.72
弘法平	09/09/10-09/24	1630	1238	55.9	16.4	4.63	0.36	0.17	0.19	0.05	0.22	0.000	0.58	0.00	0.00	0.97	1.86	0.20	1.77
弥陀ヶ原	09/09/10-09/24	1930	1472	66.4	14.6	4.60	0.33	0.15	0.12	0.03	0.20	0.029	0.45	0.00	0.00	0.81	1.73	0.18	1.64
美松坂駐車場	09/09/10-09/24	2010	2120	95.7	12.1	4.81	0.22	0.13	0.57	0.21	0.31	0.000	0.46	0.00	0.00	0.73	1.75	0.30	1.69
天狗鼻	09/09/10-09/24	2110	2018	91.1	10.5	4.99	0.20	0.07	0.77	0.05	0.18	0.000	0.41	0.00	0.00	0.62	1.67	0.17	1.61
天狗平	09/09/10-09/24	2305	2028	91.5	10.4	4.74	0.19	0.10	0.04	0.03	0.18	0.000	0.28	0.00	0.00	0.66	1.51	0.17	1.46
室堂平	09/09/10-09/24	2450	2140	96.6	9.4	4.69	0.22	0.10	0.10	0.00	0.07	0.000	0.33	0.00	0.00	0.56	1.46	0.06	1.41

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	9/09/24-09/10/01	13	1092	48.1	11.3	5.43	0.58	0.29	0.15	0.05	0.64	0.000	0.80	0.00	0.00	0.99	1.62	0.62	1.47
桂台	9/09/24-09/10/01	650	1138	51.4	9.6	4.80	0.07	0.08	0.03	0.00	0.00	0.000	0.12	0.00	0.00	0.64	1.18	0.00	1.16
美女平	9/09/24-09/10/01	970	1240	56.0	8.3	4.82	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.000	0.06	0.00	0.00	0.58	1.01	0.00	0.99
上ノ小平	09/09/24-09/10/01	1430	1250	56.4	8.1	5.06	0.10	0.03	0.16	0.02	0.19	0.000	0.31	0.00	0.00	0.51	1.00	0.18	0.98
弘法平	09/09/24-09/10/01	1630	1300	58.7	7.9	4.91	0.07	0.04	0.04	0.00	0.15	0.000	0.12	0.00	0.00	0.44	0.98	0.15	0.97
弥陀ヶ原	9/09/24-09/10/01	1930	1478	66.7	9.5	4.75	0.09	0.04	0.00	0.00	0.04	0.000	0.07	0.00	0.00	0.54	1.11	0.04	1.08
美松坂駐車場	9/09/24-09/10/01	2010	1806	81.5	9.2	4.83	0.06	0.07	0.09	0.00	0.00	0.000	0.12	0.00	0.00	0.54	1.17	0.00	1.15
天狗鼻	9/09/24-09/10/01	2110	1670	75.4	10.0	4.77	0.08	0.06	0.07	0.00	0.00	0.000	0.13	0.00	0.00	0.59	1.28	0.00	1.26
天狗平	9/09/24-09/10/01	2305	1926	86.9	8.1	4.75	0.04	0.04	0.08	0.00	0.08	0.000	0.08	0.00	0.00	0.48	1.22	0.08	1.21
室堂平	9/09/24-09/10/01	2450	2370	106.9	6.6	4.76	0.09	0.06	0.00	0.00	0.00	0.000	0.11	0.00	0.00	0.35	1.16	0.00	1.13

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	09/09/01-10/10	13	2972	131.0	38.3	5.15	6.08	0.00	0.05	0.70	0.62	0.000	8.65	0.00	0.00	0.26	1.87	0.38	0.34
桂台	09/09/01-10/10	650	4390	193.5	4.2	5.31	0.19	0.04	0.00	0.00	0.13	0.000	0.32	0.00	0.00	0.00	0.69	0.12	0.64
美女平	09/09/01-10/10	970	4094	180.4	5.1	5.09	0.23	0.04	0.00	0.00	0.05	0.000	0.34	0.00	0.00	0.11	0.62	0.05	0.56
上ノ小平	09/09/01-10/10	1430	4914	216.6	3.4	5.19	0.24	0.04	0.10	0.00	0.46	0.028	0.26	0.00	0.00	0.00	0.62	0.45	0.56
弘法平	09/09/01-10/10	1630	5492	オ-バ-	3.1	5.62	0.17	0.02	0.03	0.00	0.16	0.000	0.24	0.00	0.00	0.00	0.60	0.15	0.55
弥陀ヶ原	09/09/01-10/10	1930	4948	218.1	2.9	5.30	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.000	0.08	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.62
弥陀ヶ原口ート上	09/09/01-10/10	1930	986	43.5	3.1	5.41	0.20	0.02	0.00	0.00	0.11	0.000	0.29	0.00	0.00	0.00	0.52	0.10	0.47
美松坂駐車場	09/09/01-10/10	2060	5472	オ-バ-	3.8	5.20	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.000	0.08	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	0.61
天狗鼻	09/09/01-10/10	2110	5468	オ-バ-	3.4	5.30	0.17	0.06	0.17	0.00	0.11	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00	0.68	0.10	0.64
天狗平	09/09/01-10/10	2305	5478	オ-バ-	3.5	5.22	0.17	0.05	0.09	0.00	0.11	0.036	0.19	0.00	0.00	0.00	0.65	0.10	0.60
室堂平	09/09/01-10/10	2450	5068	223.4	3.5	5.23	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.000	0.05	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.64

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	9/10/10-10/23	13	270	11.9	67.2	5.19	5.97	1.23	0.54	0.81	2.25	0.000	9.83	0.00	0.00	4.57	6.98	2.02	5.48
桂台	9/10/10-10/23	650	778	34.3	26.2	4.81	1.24	0.37	0.52	0.16	0.68	0.000	2.09	0.00	0.00	1.85	3.18	0.63	2.87
美女平	9/10/10-10/23	970	674	29.7	24.4	4.65	1.09	0.38	0.25	0.15	0.60	0.000	1.77	0.00	0.00	1.68	2.91	0.55	2.63

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	9/10/23-10/29	13	328	14.5	31.8	5.10	2.91	0.54	0.16	0.39	1.00	0.000	4.51	0.00	0.00	2.06	3.30	0.89	2.57
桂台	9/10/23-10/29	650	1434	63.2	9.0	4.92	0.30	0.10	0.08	0.04	0.18	0.000	0.51	0.00	0.00	0.45	1.08	0.17	1.00
美女平	9/10/23-10/29	970	1036	45.7	9.4	4.92	0.73	0.00	0.11	0.12	3.54	0.000	0.47	0.00	0.00	0.48	1.07	3.51	0.89
美女平霧	9/10/23-10/29		96	4.2	-	5.40	54.65	0.00	0.70	7.99	20.43	0.079	56.42	0.00	0.03	80.08	26.28	18.30	12.56

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	09/10/29-11/06	13	2472	108.9	30.3	5.07	4.50	0.00	0.04	0.48	0.41	0.000	6.36	0.00	0.00	0.23	1.75	0.24	0.62
桂台	09/10/29-11/06	650	1304	57.5	6.2	5.42	0.21	0.05	0.38	0.05	0.59	0.000	0.27	0.00	0.00	0.10	0.89	0.58	0.84
美女平	09/10/29-11/06	970	1334	58.8	6.5	5.12	0.17	0.06	0.04	0.00	0.21	0.000	0.24	0.00	0.00	0.27	0.93	0.21	0.89

9月平均

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	9/08/28-10/01	13		181.3	19.1	4.61	0.65	0.30	0.17	0.06	0.32	0.000	1.05	0.00	0.00	1.39	2.15	0.23	1.64
桂台	9/08/28-10/01	650		141.3	14.1	4.58	0.22	0.19	0.08	0.02	0.09	0.002	0.38	0.00	0.00	1.08	1.70	0.08	1.65
美女平	9/08/28-10/01	970		159.8	12.9	4.55	0.25	0.19	0.08	0.03	0.09	0.000	0.38	0.00	0.00	1.06	1.73	0.08	1.67
上ノ小平	9/08/28-10/01	1430		164.9	11.2	4.81	0.19	0.14	0.13	0.02	0.22	0.000	0.39	0.00	0.00	0.82	1.46	0.21	1.41
弘法平	9/08/28-10/01	1630		169.2	11.2	4.73	0.22	0.12	0.13	0.13	0.30	0.000	0.35	0.00	0.00	0.70	1.49	0.29	1.43
弥陀ヶ原	9/08/28-10/01	1930		173.8	11.6	4.66	0.18	0.10	0.06	0.01	0.11	0.011	0.23	0.00	0.00	0.69	1.45	0.11	1.40
美松坂駐車場	9/08/28-10/01	2010		222.9	10.3	4.86	0.14	0.11	0.42	0.10	0.19	0.000	0.33	0.00	0.00	0.66	1.51	0.18	1.47
天狗鼻	9/08/28-10/01	2110		214.5	10.9	4.96	0.14	0.06	0.69	0.08	0.32	0.000	0.32	0.00	0.00	0.49	1.58	0.31	1.54
天狗平	9/08/28-10/01	2305		219.7	9.5	4.75	0.12	0.09	0.07	0.01	0.16	0.000	0.18	0.00	0.00	0.59	1.41	0.15	1.38
室堂平	9/08/28-10/01	2450		257.0	9.0	4.70	0.15	0.08	0.06	0.00	0.06	0.000	0.23	0.00	0.00	0.48	1.38	0.06	1.34

10月平均

試料名	採集期間	標高 (m)	採集量 (g or ml)	降水量 (mm)	電気伝導度 $\mu\text{S/cm}$	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)
科博	2009/10/01-10/29	13		157.3	12.0	5.15	5.78	0.14	0.10	0.68	0.78	0.000	8.36	0.00	0.00	0.75	2.39	0.55	0.93
桂台	2009/10/01-10/29	650		291.0	6.5	5.11	0.34	0.09	0.08	0.03	0.21	0.000	0.57	0.00	0.00	0.32	1.07	0.19	0.98
美女平	2009/10/01-10/29	970		255.8	7.4	4.98	0.42	0.07	0.05	0.04	0.74	0.000	0.53	0.00	0.00	0.36	0.96	0.72	0.86